

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月17日 (17.05.2001)

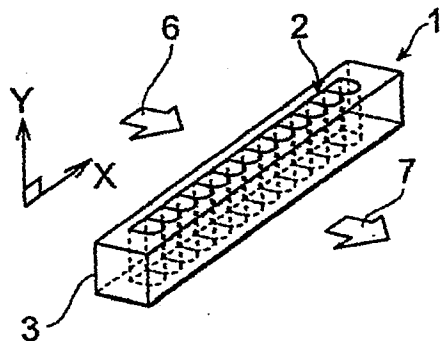
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/35145 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 13/00, 3/00, 3/06 (74) 代理人: 長谷川芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07953
- (22) 国際出願日: 2000年11月10日 (10.11.2000) (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平 11/319847
1999年11月10日 (10.11.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 楠山 泰 (KUSUYAMA, Yutaka) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社 内 Shizuoka (JP).
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: OPTICAL LENS AND OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 光学レンズ及び光学システム



performance can be realized.

(57) Abstract: An optical lens (1) characterized by comprising a 1st optical member array (2) in which a plurality of pillar-shaped optical members (10) acting on respective lights emitted from respective light emitting devices (21) are arranged, and a 2nd optical member (3) which is formed into a pillar shape by a light transmitting material and in which the 1st optical member array (2) is buried in the axial direction of the pillar, the material of the respective pillar-shaped optical members (10) having a higher refractive index than the light transmitting material of the 2nd optical member (3). Since the 1st optical member array (2) is buried in the 2nd optical member (3) to provide a one-piece structure, the optical lens (1) can be easily placed at positions where the optical members can act on the respective incident lights. Further, since the unevenness produced by the curved surfaces of the respective pillar-shaped optical members (10) is covered by the 2nd optical member (3) and not exposed outside, dust, etc. do not stay in the uneven parts, so that an optical lens with excellent light emitting

[続葉有]

WO 01/35145 A1



(57) 要約:

本発明による光学レンズ1は、各発光素子21から出射された各光に対し作用する柱状光学部材10が複数配列された第1光学部材アレイ2と、透光性材料により柱状形状に構成されその柱軸方向に沿って第1光学部材アレイ2が内部に埋め込まれた第2光学部材3とを備え、各柱状光学部材10の構成材料は第2光学部材3の透光性材料より屈折率が高いことを特徴とする。第1光学部材アレイ2が第2光学部材3に埋め込まれて一体型になっているため、各入射光に対しそれぞれ作用させることが可能な位置へ簡単に配置することが可能となる。また、各柱状光学部材10の曲面による凹凸部が、第2光学部材3により被覆され外側に露出しないためこの部分にごみなどがたまることなく、光出射性能に優れた光学レンズが実現される。

明細書

光学レンズ及び光学システム

技術分野

- 5 本発明は、発光部が複数配列された発光素子より出射される各光に対して作用する光学レンズに関する。特に、各光をコリメート、集光する光学レンズに関する。

背景技術

- 10 光学レンズは、発光素子としての半導体レーザ素子から発光される出射光をコリメート（平行光化）し、光ファイバなどの受光部の微小スポットに光を絞り込む。半導体レーザ素子は、発光部が一行に複数配列された半導体レーザアレイの形態をとることが多く、この場合、光学レンズも各発光部からの各光を一つ一つコリメートすべくアレイの形態をとる。特開平 7-98402 号公報は、複数の
- 15 シリンドリカルレンズ（円柱レンズ）が並列配置された光路変換器を開示している。国際公開 WO 99/57791 号公報及び欧州公開特許 EP 1006382 A1 号公報は、複数の円柱レンズが一体形成された半導体レーザ用光学レンズを開示している。これら光路変換器、光学レンズの各円柱レンズは半導体レーザアレイの各発光部から発光された各光を各々コリメートする。
- 20 しかしながら、このような従来型の光学レンズには次のような問題があった。
- （1）特開平 7-98402 号公報に開示された光路変換器では、各入射光をコリメートすべく各シリンドリカルレンズを半導体レーザ素子の発光部に一対一で対応させつつアレイ状に並べて配置するのは非常に困難であった。
- （2）国際公開 WO 99/57791 号公報及び欧州公開特許 EP 100638
- 25 2 A1 号公報に開示された光学レンズでは、一体で形成されるため（1）のような不具合は生じないが、各円柱レンズによる凹凸が外側に露出するため、そこに

ごみがたまりやすく、それが影となって光出射性能に影響を与えるという不具合があった。

そこで、本発明の目的は、複数の発光部が配列された発光素子の各発光部から出射された各光に対し作用させることが可能な位置へ、簡単に配置することが可能な光学レンズを提供することにある。

また、本発明の他の目的は、凹凸部分が露出せず、ごみなどがたまりにくい光学レンズを提供することにある。

発明の開示

10 上記目的を達成するため、本発明による光学レンズは、複数の発光部が配列された発光素子から出射された各光に対しそれぞれ作用した後、出射する光学レンズであって、光入射側及び光出射側の何れかに曲面を成し各発光部から出射された各光に対しX軸方向に作用する第1光学作用部、を含む柱状光学部材を複数有し、各柱状光学部材は同一平面上に配列された1つ又は複数の第1光学部材アレイと、透光性材料により柱状形状に構成され、その柱軸方向に沿って1つ又は2
15 つの第1光学部材アレイが内部に平行に埋め込まれた第2光学部材とを備え、各柱状光学部材の構成材料は第2光学部材の透光性材料より屈折率が異なることを特徴とする（以上の特徴を備えた光学レンズを第1の光学レンズとする）。

このような光学レンズによれば、発光素子からの入射光に対して作用する第1
20 光学部材アレイが第2光学部材に埋め込まれて一体型になっているため、各入射光に対しそれぞれ作用させることが可能な位置へ簡単に配置することが可能となる。

また、各柱状光学部材が配列されることにより形成される各柱状光学部材の凸曲面による凹凸部が、第2光学部材により被覆され外側に露出しないため、この
25 部分にごみなどがたまることがない。

更に、第1光学部材アレイは第2光学部材により補強されるため、強度に優れ

る。

なお、「光に対して作用する」とは、入射された発散光に対し、その発散角を縮小して出射することを指すものとする。

5 各柱状光学部材は、互いに接触して配列されていることが望ましい。(以上の特徴を備えた光学レンズを第2の光学レンズとする)

また、各柱状光学部材は、側面に形成された互いに平行な一对の接触平面を有し、第1光学部材アレイは、各柱状光学部材が接触平面で互いに接触して配列されることにより形成されていると、更に望ましい(以上の特徴を備えた光学レンズを第3の光学レンズとする)。これにより、第1光学部材アレイを容易に形成
10 することが可能となる。

各柱状光学部材は、一体に成形されていてもよい(以上の特徴を備えた光学レンズを第4の光学レンズとする)。一体に成形された場合、各柱状光学部材の配列作業が不要となる。

第2光学部材は、曲面を成し入射光及び出射光の何れかに対して作用するものであることが望ましい(以上の特徴を備えた光学レンズを第5の光学レンズとする)。光に対し作用することが可能な光学部材を二つ備えるため、二つの光学部材の屈折率を適宜設定して製造すること、特にその屈折率差を大きく設定して製造することが可能となる。なお、「X軸方向」とは、発光素子における各発光部の配列方向を指すものとする。
15

例えば、第2光学作用部の曲面としては、第2光学部材の出射面に形成され、各発光部から出射された各光に対しX軸方向に作用するものが挙げられる(以上の特徴を備えた光学レンズを第6の光学レンズとする)。これにより、第1光学部材アレイから出射された各出射光を集光することが可能となる。
20

また、第2光学作用部の曲面としては、第2光学部材の入射面及び出射面の何れかに形成され、各発光部から出射された各光に対しY軸方向に作用するものが挙げられる(以上の特徴を備えた光学レンズを第7の光学レンズとする)。これ
25

により、柱状光学部材の第1光学作用部によるX軸方向への作用と合わせて、何れの方
向に対しても光学レンズによる作用が及ぼされた出射光が得られる。なお、「Y軸方向」とは、X軸方向及び光軸に対して垂直を成す方向を指すものとする。

- 5 柱状光学部材の構成材料は第2光学部材の透光性材料より熱膨張係数が高いことが望ましい（以上の特徴を備えた光学レンズを第8の光学レンズとする）。熱膨張係数の高い材料を低い材料により被覆して光学レンズを製造すると、カシメ効果により丈夫で割れにくい構造になる。

- 10 柱状光学部材の構成材料は、第2光学部材の透光性材料より屈伏点が高いことが望ましい。屈伏点の差を利用して、線引きによる埋め込み型の光学レンズを製造することが可能となる（以上の特徴を備えた光学レンズを第9の光学レンズとする）。

- 15 本発明による光学レンズは、上記した第1、第6、第8、第9の何れかの光学レンズと、光学レンズに並置されると共に、各発光部から出射された各光に対しY軸方向に作用する第3光学作用部を含む並置光学レンズとを備えたことを特徴とする。第3光学作用部を含む並置光学レンズは別途に設けられるため、所望の位置に配置することが可能となる（以上の特徴を備えた光学レンズを第10の光学レンズとする）。

- 20 並置光学レンズは、第3光学作用部を含む第3光学部材と、透光性材料により形成され第3光学部材が内部に埋め込まれた第4光学部材とを有するものであってもよい（以上の特徴を備えた光学レンズを第11の光学レンズとする）。

- 25 本発明による光学レンズは、上記した第1、第8、第9の何れかの光学レンズであって第1光学部材アレイを一つ備えた光学レンズを、2列平行に配列したことを特徴とする（以上の特徴を備えた光学レンズを第12の光学レンズとする）。このような光学レンズでは、光学レンズが2列に分かれているのでそれぞれの光学作用部間の距離を調整することが可能となる。

平行に配列された 2 列の光学レンズのうち何れかの光学レンズの第 2 光学部材は、第 2 光学部材の光入射面及び光出射面の何れかに曲面を成して形成され各発光部から出射された各光に対して Y 軸方向に作用する第 2 光学作用部、を含むことが望ましい（以上の特徴を備えた光学レンズを第 1 3 の光学レンズとする）。

- 5 平行に配列された 2 列の光学レンズのうち出射側に配列された光学レンズの第 1 光学部材アレイは、光入射側及び光出射側に曲面を成し各発光部から出射された各光に対し作用する第 1 光学作用部を含む柱状光学部材を複数有し、平行に配列された 2 列の光学レンズのうち入射側に配列された光学レンズの第 1 光学部材アレイは、光入射側に曲面を成し各発光部から出射された各光に対し作用する第 10 1 光学作用部を含む柱状光学部材を複数有していてもよい（以上の特徴を備えた光学レンズを第 1 4 の光学レンズとする）。入射側に配列された光学レンズにより、各発光部からの入射光の発散角、各柱状光学部材のピッチ幅に合わせて発光素子からの入射光に対して作用し、出射光を調整することが可能となる。

- 15 本発明による光学レンズは、上記した第 1 1 の光学レンズと、平行に配列された 2 列の光学レンズに並置されると共に、各発光部から出射された各光に対し Y 軸方向に作用する第 3 光学作用部を含む並置光学レンズとを備えたことを特徴とする（以上の特徴を備えた光学レンズを第 1 5 の光学レンズとする）。第 3 光学作用部を含む並置光学レンズは別途に設けられるため、所望の位置に配置することが可能となる。

- 20 本発明による光学システムは、複数の発光部が配列された発光素子と、発光素子から出射された各光に対して作用する上記した第 1 ～第 1 4 の何れかの光学レンズと、光学レンズより出射された出射光を受光する 1 つ又は複数の受光部が配列された受光装置とを備えたことを特徴とする。これにより、簡単に配置できると共にごみなどがたまらず光出射性能に優れた光学レンズを備えた光学システム 25 が実現される。

図面の簡単な説明

図 1 A～1 D は、それぞれ本発明の第 1 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

図 2 は、図 1 に示す光学レンズの部分拡大図である。

5 図 3 は、半導体レーザアレイ、光学レンズ、光ファイバを含む光学システムの平面図である。

図 4 A～4 C は、線引きによる光学レンズの作製方法における各工程を示す概略図である。

10 図 5 A～5 C は、線引きによる光学レンズの作製方法における各工程を示す概略図である。

図 6 A～6 C は、線引きによる光学レンズの作製方法における各工程を示す概略図である。

図 7 A～7 I は、それぞれ第 2 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

図 8 A～8 F は、それぞれ第 3 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

15 図 9 は、入射光に対して X 軸方向にコリメートする第 2 光学作用部の作用を示す概略図である。

図 10 A～10 F は、それぞれ第 4 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

20 図 11 A～11 E は、それぞれ第 4 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

図 12 A～12 B は、それぞれ第 4 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

図 13 A～13 B は、それぞれ第 4 の実施形態に係る光学レンズの全体図である。

25 図 14 A～14 D は、それぞれ第 5、6 の実施形態に係る光学レンズの部分平面断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に従って本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一または相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

- 5 図1A～1Dは、それぞれ本発明の第1の実施形態に係る光学レンズの全体図である。また、図2は図1Aに示す光学レンズの部分拡大図である。図1Aに示す光学レンズ1は、発光部が複数配列された発光素子としての半導体レーザアレイから発光された発散光を入射し、各光をコリメートした後、光ファイバなどの受光部へ出射するものである。なお、特に断りの無い限り、発明の実施の形態で
- 10 説明される光学レンズにおける光入射方向6、光出射方向7は図1Aに示される方向と同一であるものとする。この第1の実施形態に係る光学レンズ1は、半導体レーザアレイに対応した第1光学部材アレイ2と、第1光学部材アレイ2をその内部に埋め込んだ第2光学部材3とから成る。第1光学部材アレイ2は、半導体レーザアレイから入射した光をコリメートする第1光学作用部11を含む複数
- 15 の柱状光学部材10から成り、これら複数の柱状光学部材10を一行に、かつそれらの柱軸方向を同一方向にそろえて配列することにより形成されている。この実施形態では、柱状光学部材10の柱軸方向と配列されたアレイの軸方向とは垂直を成しているが、必ずしも垂直である必要はない。第1光学作用部11は光入射方向6に対して形成された凸曲面より成る（図2参照）。第2光学部材3はガ
- 20 ラス透光性材料（BK7（ショット社製）、屈折率1.52、熱膨張係数 $7.1 \times 10^{-7} / \text{K}$ 、屈伏点 614°C ）により柱状形状に形成され、その柱軸方向に沿って第1光学部材アレイ2が内部に埋め込まれている。

- 第1の実施形態による光学レンズ1は、個々別々に存在する複数の柱状光学部材10を第2光学部材3により被覆された形状を有するため、各柱状光学部材1
- 25 0を各発光部にそれぞれ対応させてアレイ状に配置する必要がなく、この点で一体型に形成された光学レンズと同等の機能を有する。また、他方で第1光学部材

アレイ 2 は第 2 光学部材 3 に埋め込まれているため、第 1 光学作用部 11 の凹凸部が外部に露出していない。これにより、凹凸部にごみなどがたまり影が形成されることがなく光出射性能に優れた光学レンズ 1 が実現される。なお、第 2 光学部材 3 により補強されるため、強度にも優れる。

- 5 また、第 1 光学部材アレイ 2 の柱状光学部材 10 の構成材料には、第 2 光学部材 3 の透光性材料よりも屈折率の高いガラス材料 (LaSF_n14 (住田光学)、屈折率 1.83、熱膨張係数 $82 \times 10^{-7} / \text{K}$ 、屈伏点 689°C) が使用されている。屈折率差が設けられるため柱状光学部材 10 の第 1 光学作用部 11 は有効に機能し、更に、柱状光学部材 10 の構成材料に第 2 光学部材 3 の透光性材料
- 10 よりも屈折率の高い材料が使用されるため、半導体レーザアレイから発光された各発散光は、第 1 光学作用部 11 の凸形状曲面によりコリメートされる (なお、柱状光学部材 10 の構成材料に第 2 光学部材 3 の透光性材料よりも屈折率の低い材料が使用される場合には、半導体レーザアレイから発光された各発散光は、第 1 光学作用部 11 に形成された凹形状曲面によりコリメートされる)。更に、柱
- 15 状光学部材 10 の構成材料には、第 2 光学部材 3 の透光性材料よりも熱膨張係数の高い材料が使用されている。熱膨張係数の高い材料を低い材料により被覆してレンズを製造すると、加熱延伸過程、冷却過程を通してカシメ効果により丈夫で割れにくい構造に仕上がる。

- 20 図 1 B に示すように、第 1 光学部材アレイ 2 は複数あってもよく、これらが平行に第 2 光学部材 3 内に埋め込まれていてもよい。また、図 1 C に示すように、第 1 光学作用部 11 は柱状光学部材 10 の光入射側と出射側の両方に凸曲面が形成されていてもよい。更に、図 1 D に示すように、各柱状光学部材 10 の光入射側に凹曲面、出射側に凸曲面が形成されていてもよい。なお、この場合には図 13 B のように、図 7 B のような光学レンズと合わせて用いられることが多い。図
- 25 1 B ~ 1 D に示す光学レンズ 1 では、何れも X 軸方向のコリメートが 2 段階に分けて行われる。これにより、テレスコープ型、フーリエ型と二つの光出射が可能

となる。これについては後に詳述する。本実施形態による光学レンズ1は埋め込み型であるので、X軸方向へのコリメート機能を有する二つの曲面の位置を予め決めて設計することで、半導体レーザアレイに対して簡単に配置することが可能となる。

- 5 図3は半導体レーザアレイ、光学レンズ、光ファイバを含む光学システムの平面図である。発光部21が複数配列された半導体レーザアレイ20（発光素子アレイ）から発光された各発散光は、それぞれ第1光学部材アレイ2の各柱状光学部材10に入射し、各柱状光学部材10の各第1光学作用部11によりコリメートされる（なお、集光であってもよい）。第1光学部材アレイ2の各柱状光学部材10のピッチ幅は、半導体レーザアレイ20の各発光部21のピッチ幅22と同一サイズに設計されている。これにより、第1光学部材アレイ2を半導体レーザアレイ20に対して位置調整するだけで、アレイを構成する発光部21全てに対する位置調整を行うことが可能となっている。また、第2光学部材3の厚さ13を十分に薄く設計すれば、光学レンズ1を半導体レーザアレイ20の各発光部21から出射される光が重なり始める手前の位置に設置することも容易に実現可能である。第1光学部材アレイ2によりコリメートされ、出射された各光は、光ファイバアレイ30の各ファイバ31により受光される。
- 10
- 15

- 図4～図6は、線引きによる光学レンズの作製方法における各工程を示す概略図である。先ず、図4Aに示すように、第1光学部材アレイ2の構成材料からなる母材（以下「コア40」とする）を、底面41を有する柱状に成型加工する。図4Aで上部の凸曲面43は、最終的に形成される柱状光学部材10の第1光学作用部11となる部分である。このように、線引き方法による光学レンズの作製方法では、コア40の段階でその形状を決定することができる点に特徴がある。次に、図4Bに示すように、この成型加工済みのコア40を電気炉等により加熱溶融し所望の大きさになるように第1次線引きをする。そして、第1次線引き処理され、所望の太さになった部分（以下「コア45」とする）を切断する。第1
- 20
- 25

次線引きされたコア45はコア40と同一形状の断面を有する。次に、図4Cに示すように、配列したい柱状光学部材の数だけコア45を第2光学部材3の構成材料により形成された円筒管47内の中央部に一列に整列させる。この際、円筒管47の中心軸 O_{47} と複数のコア45の中心軸 O_{45} はそれぞれ平行で、かつ複数のコア45はそれぞれ互いの側面42を接触するようにして整列される。そして整列した複数のコア45の位置を固定するために、円筒管47内の空隙には第2光学部材3の構成材料から形成された一对のスペーサー46を、整列されたコア45を挟むように挿入する。なお、図5A~5Cに示すように、母材としてコア240のような形状のものを成型加工し、これを線引きしてコア245を作製してもよい。コア240では、既に第1光学作用部11に相当する部分が複数一列に配列されかつそれらが一体に形成されている。従って、図5Cの処理で円筒管47内に複数のコアを一列に整列させる工程を省略することができる。

次に、図6Aに示すように、この円筒管47を最終的に所望の外径となるように第2次線引きする。この第2次線引きは、柱状光学部材10の構成材料の屈伏点と、第2光学部材3の透光性材料の屈伏点との間の温度にて行われる（前者の方が後者より高い）。こうすることで、第2次線引き工程により第1次線引き工程で形成された柱状光学部材10の形状は保持され、かつ第2光学部材3（スペーサー46部分）の構成材料は溶融し、各柱状光学部材10と第2光学部材3との隙間が埋められる。この時、複数のコア45のピッチ幅49が、アレイ状に配列された複数の光源のピッチ幅に一致するようにする。例えば、図3に示すように半導体レーザアレイ20を光源とする場合には、各発光部21のピッチ幅22に一致させるようにする。次に、図6Aに示す円筒管47で第2次線引き処理済みのロッド部分48を図6Bに示すようにスライスし、図6Cに示すようにスペーサー46の余分な部分をスライスして削ぎ落とす。さらに、このスペーサー46をスライスしたものの外周部を研磨し、所望の大きさを有する光学レンズ1を形成する。この最終工程のスペーサー46部分の研磨により、第2光学作用部を

形成することが可能である。このように、光学レンズ1, 70は、それぞれに別々の光学部材により形成されているため、二つの光学部材の屈折率（光学部材そのものが持つ屈折率の他、曲面形状を成して形成される光学作用部による屈折率も含めて）を適宜設定して製造すること、特にその屈折率差を大きく設定して製造することが可能となる。特開平7-287104号公報又は特開平7-98402号公報に開示されているように、同一光学レンズの外面にイオン交換を利用して屈折率差の異なるレンズを形成することも可能であるが、この場合、イオン交換を施した部分と施していない部分の間に十分な屈折率差を設けることができないし、正確に光学作用部の曲面形状を形成しつつ十分な屈折率差を設けることもできない、といった不具合があった。本実施形態による光学レンズは異なる光学部材から構成されるため、このような不具合は解消されている。

図7A~7Iは、それぞれ第2の実施形態に係る光学レンズの全体図である。第2の実施形態による光学レンズ70では、その第2光学部材73が凸曲面を成し入射光に対してコリメートする第2光学作用部75、76、78を備えている。この第2の実施形態は、第2光学部材73が、単に第1光学部材アレイ2を埋め込むためのものではないという点にその特徴がある。その他の構成は第1の実施形態と同様である。

図7A、7D、7Eに示される光学レンズ70では、第2光学作用部75は光学レンズ70へ入射された光成分のうちX軸方向の成分を集光する。これにより、光学レンズ70の第1光学部材アレイ2から出射される各出射光を集光することができ、例えば、光密度を高めることが可能となる。図9には、この入射光に対してX軸方向に集光する第2光学作用部75の作用が示されている（但し、図9ではこの光学レンズの例として図8Dに示す光学レンズ80が使用されている）。図7B、7F、7Gに示される光学レンズ70では、第2光学作用部76は光学レンズ70への入射光のうちY軸方向の成分をコリメートする。第2光学作用部76は出射側に形成され出射光のY軸方向の成分をコリメートするものであ

てもよい。図7 C、7 H、7 I示される光学レンズ7 0では、第2光学作用部7 8は光学レンズ7 0への入射光及び出射光のうちY軸方向の成分をコリメートする。図7 B、7 F、7 G、7 C、7 H、7 Iの第2光学作用部7 6、7 8の部分は第2光学部材7 3に対し貼り付けてもよいし、また第2光学部材7 3を研磨することにより形成してもよい。図7 B、7 F、7 G、7 C、7 H、7 Iに示す光学レンズでは、第1光学部材アレイ2によるX軸方向のコリメートと合わせてX軸方向、Y軸方向、共にコリメートされた光が出射される。

図8 A～8 F、図10 A～10 Fは、それぞれ第3の実施形態に係る光学レンズの全体図である。この実施形態による光学レンズ8 0では、並置光学レンズ8 5が並置されている。図8 A、8 C、8 Eに示す光学レンズ8 0は、図1 A、1 B、1 Cに第1の実施形態として示された光学レンズ1と、第1の実施形態として示された光学レンズ1に並置されると共にY軸方向に光をコリメートする第3光学作用部8 1を含む並置光学レンズ8 5とから構成されている。同様に、図8 B、8 D、8 Fに示す光学レンズ8 0は、図7 A、7 D、7 Eに第2の実施形態として示された光学レンズ7 0と、第2の実施形態として示された光学レンズ7 0に並置されると共にY軸方向に光をコリメートする第3光学作用部8 1を含む並置光学レンズ8 5とから構成されている。第3光学作用部8 1は第1光学部材アレイ2に対向して凸曲面を成して形成されている。並置光学レンズ8 5を別途に設けたことにより、所望の位置にそれを配置することが可能となり、発光部2 1からの光をY軸方向にコリメート開始する位置を調整することが可能となる。

図10 A～10 Fに示す光学レンズ8 0は、図8 A～8 Fの並置光学レンズ8 5を並置光学レンズ8 9に置き換えたものである。並置光学レンズ8 9は、第3光学作用部8 1を含む第3光学部材8 7と、透光性材料により形成され第3光学部材8 7が埋め込まれた第4光学部材8 8とから構成されている。四角柱形状にすることにより第1光学部材アレイ8 7を有する光学レンズに対して取り付けることが可能となる、また、第4光学部材により被覆されているため第3光学作用

部が傷つかないなどの効果がある。

図11A～11Eは、それぞれ第4の実施形態に係る光学レンズの全体図である。この実施形態による光学レンズ90は、一つの第1光学部材アレイ2が埋め込まれた光学レンズを2列平行に配列した光学レンズである。図11Aに示す光学レンズ90は、図7Bに示す型の光学レンズ70が2列平行に配列されたものである。ただし、第2光学作用部76が光入射側に形成されたものと光出射側に形成されたものとが対として使用されている。図11Bに示す光学レンズ90は、図7Bに示す光学レンズ70と図1Aに示す光学レンズ1とが2列平行に配列されたものである。図11Cに示す光学レンズ70は、配列する2列の光学レンズのうちの何れかを第2光学部材3が円筒型に形成された光学レンズにしたものである。このように光学レンズを2列に分けることにより、二つの光学レンズの光学作用部間の距離（この場合、特に第1光学作用部間の距離）を自由に調整することが可能となる。なお例外として、図11D、11Eに示すように第2光学部材3がなく第1光学部材アレイ2がむき出しになったものを使用することも可能である。

図12A、12Bは、それぞれ第5の実施形態に係る光学レンズの全体図である。図1Aに示す光学レンズ1を2列平行に配列したものに、図8で示された並置光学レンズ85が並置された光学レンズ100である。図12Aでは、並置光学レンズ85は半導体レーザアレイ20にもっとも近い位置に配置されている。図12Bでは、並置光学レンズ85は2つの光学レンズ1の間に配置されている。第4の実施形態と同様、光学部材を分けることにより、それぞれの光学レンズの光学作用部間の距離を自由に調整することが可能となる。また、発光部21からの光をY軸方向にコリメート開始する位置を調整することが可能となる。

図13A、13Bは、それぞれ第6の実施形態に係る光学レンズの全体図である。図14A～14Dは、それぞれ第5、6の実施形態に係る光学レンズの部分平面断面図である。図13Aに示す光学レンズ110は、図7Bで示された光学

レンズ70と、図1Cで示された光学レンズ1とを互いに平行となるように配列したものである。光学レンズ70は光入射側に光学レンズ1は光出射側に配置されている。この光学レンズ1は望遠鏡型の光学レンズで、入射光は図14Aに示すように作用される。即ち、発光部21のP点から出射された発散光は入射側の第1光学作用部11により集光され、そのまま柱状光学部材10の中を進み、出射側の第1光学作用部11により再び集光され、光ファイバ31の点Uにより受光される。発光部21のR点から出射された発散光は、同様にして光ファイバ31の点Sにより受光される。発光部21のQ点から出射された発散光は、光ファイバ31のT点により受光される。このように、望遠鏡型の光学レンズでは、ある点からの入射光を中心線に対して対称的な位置にある点へ出射する。

図14Bは図13Aに示す光学レンズの部分平面断面図で、入射光がどのように作用されるかについて示している。発光部21と光学レンズ1との間に光学レンズ70が配置されていることで、発光部21からの光はそれが大きく発散する前に発散角を絞られ、第1光学作用部11により結ばれる焦点の位置を出射側の第1光学作用部11上にもってこることが可能となる。これにより、収差の影響がなくなり出射光の品質が向上する。品質を向上させるために非球面により構成することも可能であるが、その場合製造が困難である。この実施形態による光学レンズでは、既に各柱状光学部材10が一体に形成された光学レンズ70を適切な位置に配置するだけで、望遠鏡型光学レンズの出射光の品質を向上させることが可能となっている。

図13Bに示す光学レンズ110は、図7Bで示された光学レンズ70と、図1Dで示された光学レンズ1とを互いに平行となるように配列したものである。光学レンズ70は光入射側に光学レンズ1は光出射側に配置されている。この光学レンズ1はフーリエ型の光学レンズで、入射光は図14Cに示すように作用される（図13Bでは、光学レンズ1の入射側の第1光学作用部は凹曲面なのに対

し、図14Cは凸曲面に構成されている。フーリエ型光学レンズの特徴は、後に説明するように入射側1点に対し出射側で全体に広がるという点にあるため、曲面が凹であるか、凸であるかは問題ではない)。即ち、発光部21の点Pから出射された発散光は入射側の第1光学作用部11により集光(拡散角が絞られるように作用されることも含むものとする)され、そのまま柱状光学部材10の中を進み、出射側側の第1光学作用部11により再び集光され、光ファイバ31により受光される。テレスコープ型に比べ、第1光学作用部曲面の曲率は低く、出射光は1点に絞られず光ファイバ31の受光領域全体に広がる。点Q、Rから出射された拡散光についても同様である。

- 10 図14Dは図13Bに示す光学レンズの平面図で、入射光がどのように作用されるかについて示している。発光部21と光学レンズ1との間に光学レンズ70を配置し、かつ光学レンズ1の入射側の第1光学作用部11を凹曲面に形成しことで、短い距離間で柱状光学部材10のピッチ幅になるまで拡散させることが可能となり、結果としてレンズ構成の短いフーリエ型光学レンズが実現されている。
- 15 凹曲面によりこのような効果が得られるが、凹曲面を使用するには、予め凸曲面で入射光を集光しておくことが不可欠である。本実施形態では、既に各柱状光学部材10が一体に形成された光学レンズを適切な位置に配置するだけで、上記のような効果を得ることが可能となっている。

- 20 以上説明したように、本発明の各実施形態による光学レンズによれば、発光素子からの入射光に対して作用する第1光学部材アレイが第2光学部材に埋め込まれて一体型になっているため、各入射光に対しそれぞれ作用させることが可能な位置へ簡単に配置することができ、製造工程を簡略化することが可能となる。

- 25 また、各柱状光学部材が配列されることにより形成される各柱状光学部材の凸曲面による凹凸部が、第2光学部材により被覆され外側に露出しないため、この部分にごみなどがたまることがない。これにより、出射光に影などが形成されることがなく、出射性能に優れた光学レンズが実現される。

更に、第1光学部材アレイは第2光学部材により補強されるため、強度に優れた光学レンズが実現される。

- 5 本発明を第1～第6の実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、本発明を実施するにあたって単に最良の形態を示すに過ぎない前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の請求項の範囲内に該当する発明の全ての変更を包含し、形状、サイズ、配置、構成などについて変更が可能である。

例えば、光に対する作用として、半導体レーザアレイ20から入射した各光をコリメートして光ファイバアレイ30に対し出射する場合について記載したが、コリメートの代わりに集光であってもよい。

- 10 また、光学レンズの出射光を光ファイバにより受光する場合について記載したが、固体レーザの励起光源として利用することも可能である。

産業上の利用可能性

- 15 以上のように、本発明による光学レンズは、複数の発光部が配列された発光素子の各発光部より出射される各光に対して作用するのに、特に各光をコリメート、集光するのに適している。

請求の範囲

1. 複数の発光部が配列された発光素子から出射された各光に対しそれぞれ作用した後、出射する光学レンズであって、

- 5 光入射側及び光出射側の何れかに曲面を成し前記各発光部から出射された各光に対しX軸方向に作用する第1光学作用部、を含む柱状光学部材を複数有し、前記各柱状光学部材は同一平面上に配列された1つ又は複数の第1光学部材アレイと、

- 10 透光性材料により柱状形状に構成され、その柱軸方向に沿って前記1つ又は複数の第1光学部材アレイが内部に平行に埋め込まれた第2光学部材とを備え、

前記各柱状光学部材の構成材料と前記第2光学部材の前記透光性材料とは屈折率が異なることを特徴とする光学レンズ。

2. 前記柱状光学部材の構成材料は前記第2光学部材の透光性材料より熱膨張係数が高い請求項1の何れか1項に記載の光学レンズ。

- 15 3. 前記柱状光学部材の構成材料は、前記第2光学部材の透光性材料より屈伏点が高い請求項1又は2に記載の光学レンズ。

4. 前記各柱状光学部材は、互いに接触して配列されている請求項1～3の何れか1項に記載の光学レンズ。

- 20 5. 前記各柱状光学部材は、側面に形成された互いに平行な一对の接触平面を有し、前記第1光学部材アレイは、前記各柱状光学部材が前記接触平面で互いに接触して配列されることにより形成されている請求項4に記載の光学レンズ。

6. 前記各柱状光学部材は、一体に成型されている請求項1～3の何れか1項に記載の光学レンズ。

- 25 7. 前記第2光学部材は、曲面を成し入射光及び出射光の何れかに対して作用する第2光学作用部を含む請求項1～3の何れか1項に記載の光学レンズ。

8. 前記第2光学作用部の前記曲面は前記第2光学部材の出射面に形成され、前

記各発光部から出射された各光に対しX軸方向に作用する請求項7に記載の光学レンズ。

9. 前記第2光学作用部の前記曲面は前記第2光学部材の入射面及び出射面の何れかに形成され、前記各発光部から出射された各光に対しY軸方向に作用する請求項7に記載の光学レンズ。

5

10. 前記請求項1～3、8の何れか1項に記載の光学レンズと、

前記光学レンズに並置されると共に、前記各発光部から出射された各光に対しY軸方向に作用する第3光学作用部を含む並置光学レンズとを備えたことを特徴とする光学レンズ。

10

11. 前記並置光学レンズは、第3光学作用部を含む第3光学部材と、透光性材料により形成され前記第3光学部材が内部に埋め込まれた第4光学部材とを有する請求項10に記載の光学レンズ。

12. 請求項1～3の何れか1項に記載の光学レンズであって前記第1光学部材アレイを一つ備えた光学レンズを、2列平行に配列したことを特徴とする光学レンズ。

15

13. 平行に配列された前記2列の光学レンズのうち何れかの光学レンズの前記第2光学部材は、前記第2光学部材の光入射面及び光出射面の何れかに曲面を成して形成され前記各発光部から出射された各光に対してY軸方向に作用する第2光学作用部、を含む請求項12に記載の光学レンズ。

20

14. 平行に配列された前記2列の光学レンズのうち出射側に配列された光学レンズの前記第1光学部材アレイは、光入射側及び光出射側に曲面を成し前記各発光部から出射された各光に対し作用する第1光学作用部を含む前記柱状光学部材を複数有し、

平行に配列された前記2列の光学レンズのうち入射側に配列された光学レンズの前記第1光学部材アレイは、光入射側に曲面を成し前記各発光部から出射された各光に対し作用する第1光学作用部を含む前記柱状光学部材を複数有する請求

25

項 1 3 に記載の光学レンズ。

1 5 . 前記請求項 1 2 に記載の光学レンズと、

5 平行に配列された前記 2 列の光学レンズに並置されると共に、各発光部から出射された各光に対し Y 軸方向に作用する第 3 光学作用部を含む並置光学レンズとを備えたことを特徴とする光学レンズ。

1 6 . 複数の発光部が配列された発光素子と、

前記発光素子から出射された各光に対して作用する前記請求項 1 ～ 1 5 の何れかに記載の光学レンズと、

10 前記光学レンズより出射された出射光を受光する 1 つ又は複数の受光部が配列された受光装置とを備えたことを特徴とする光学システム。

図1A

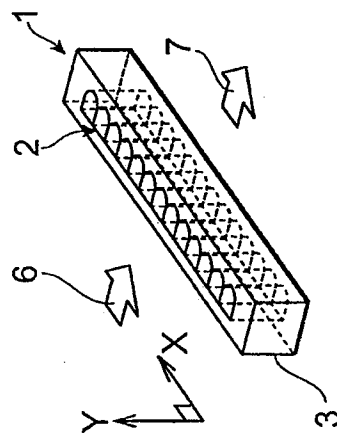


図1B

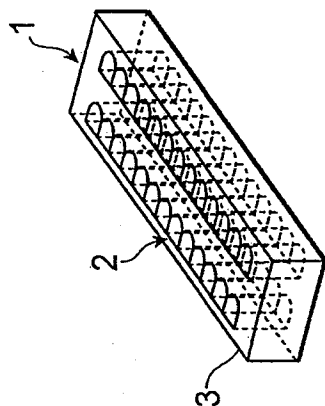


図1C

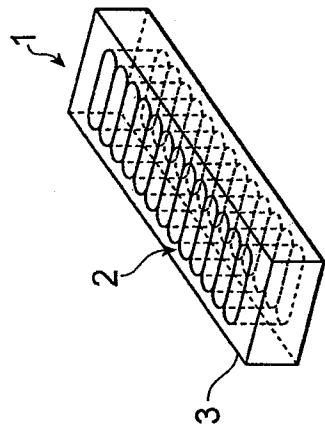


図1D

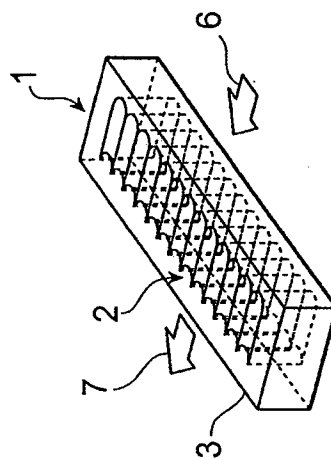


図2

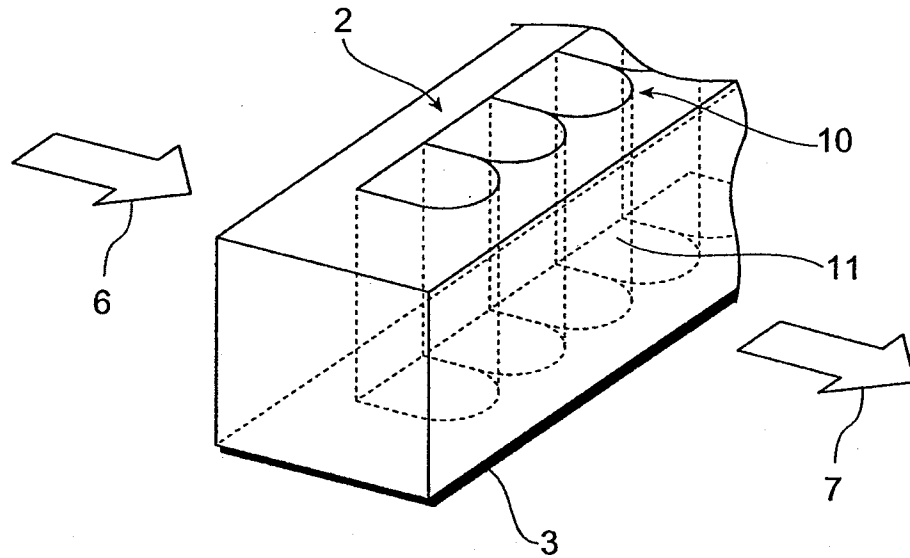


図3

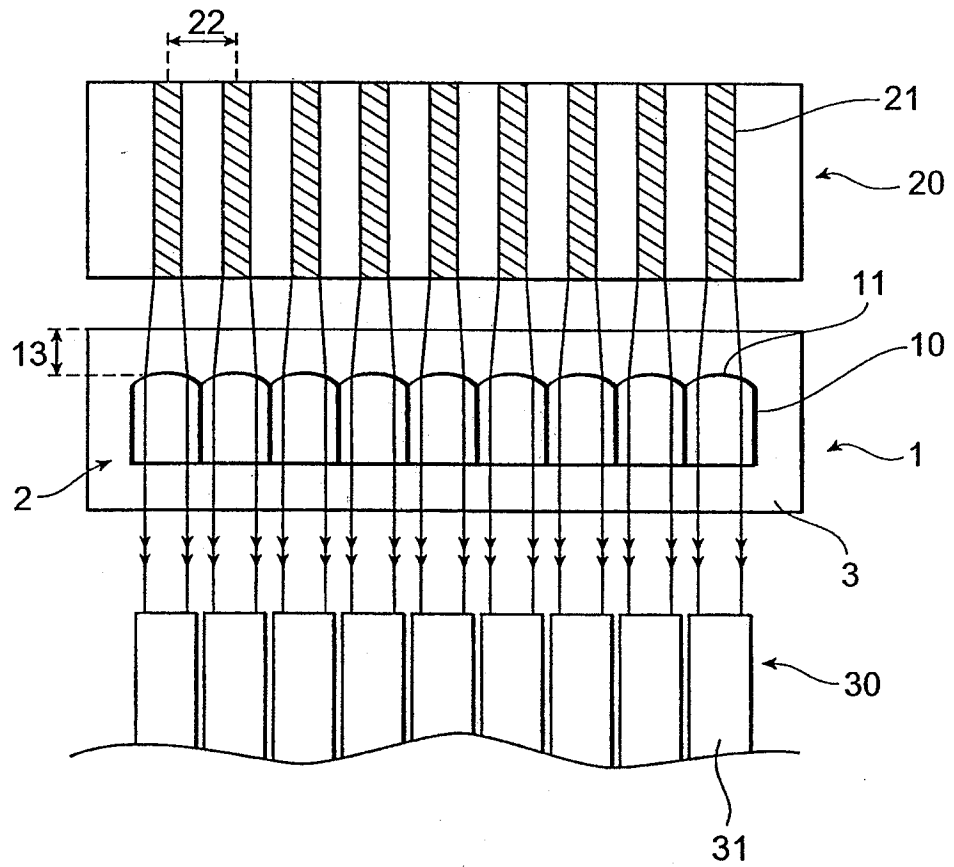


図4A

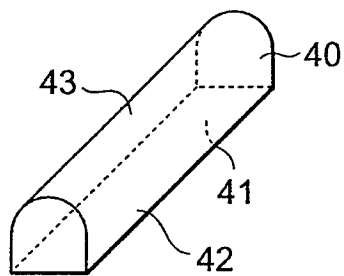


図4B

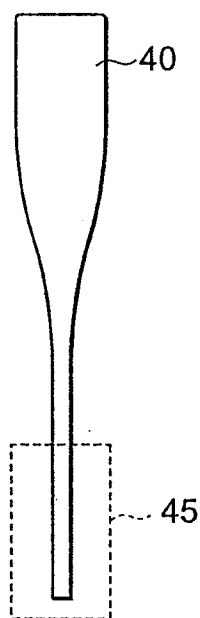


図4C

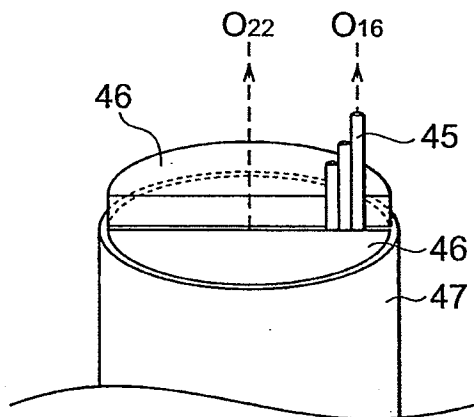


図5A

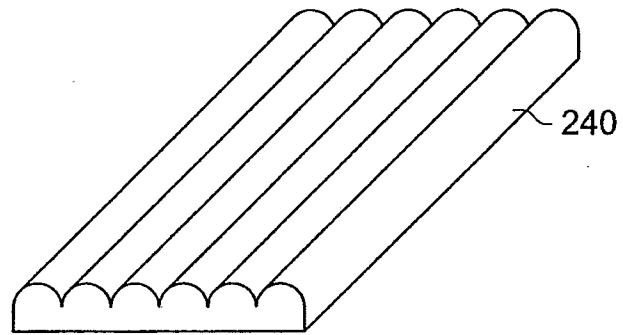


図5B

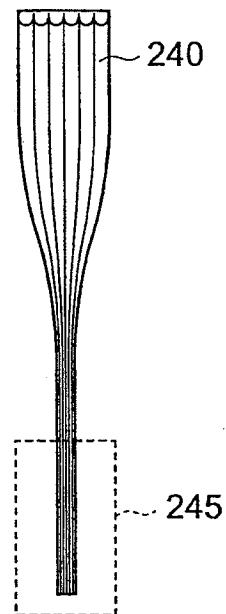


図5C

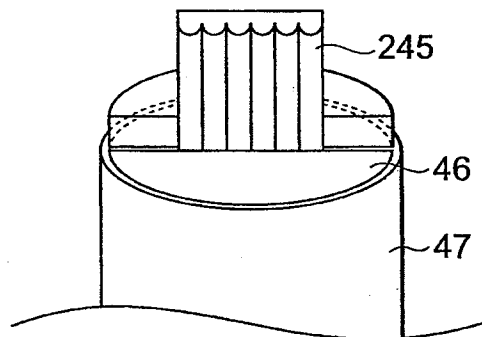


図6A

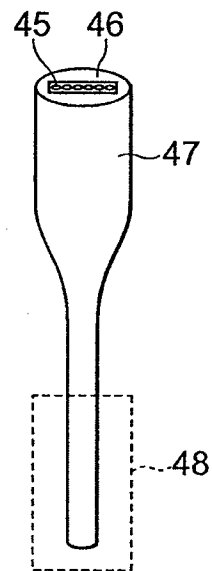


図6B

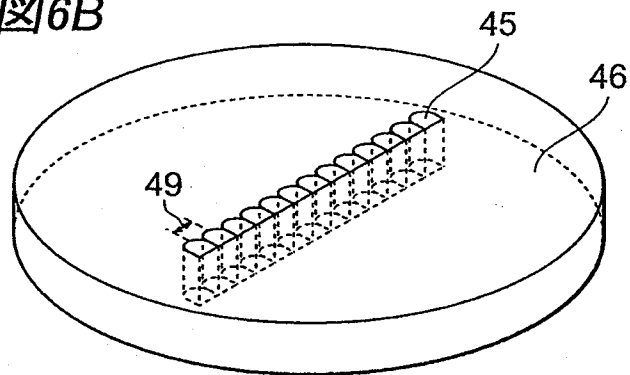
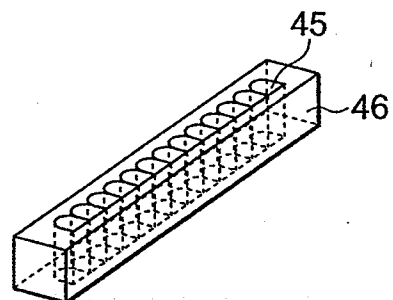


図6C



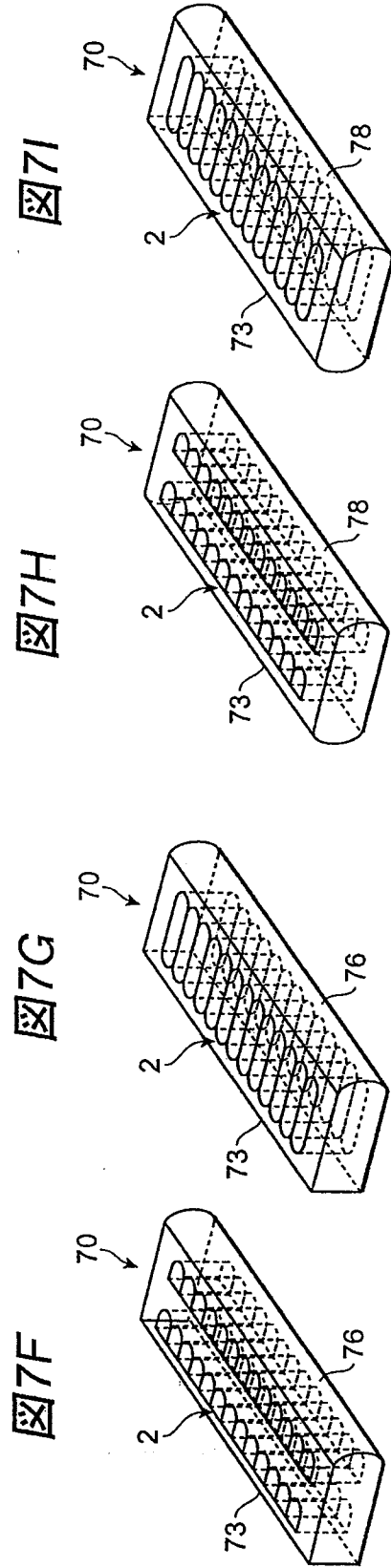
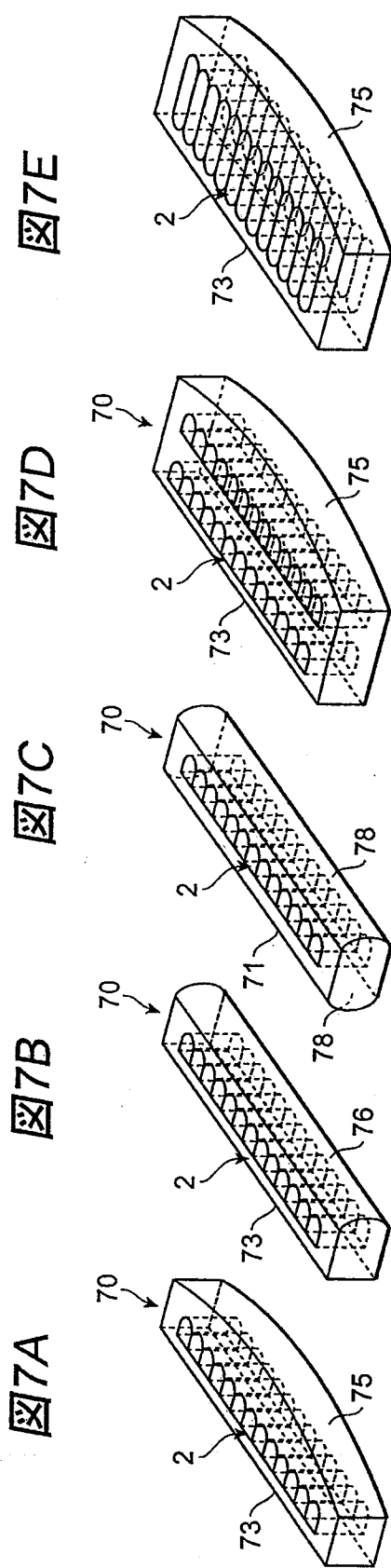


図8A

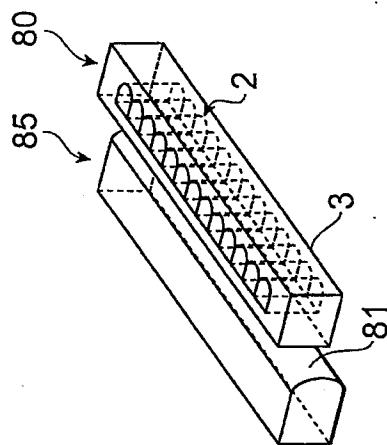


図8B

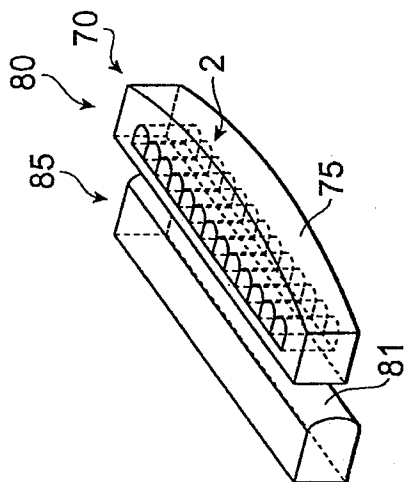


図8C

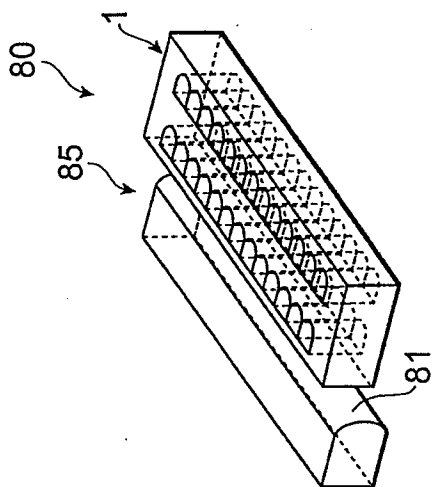


図8D

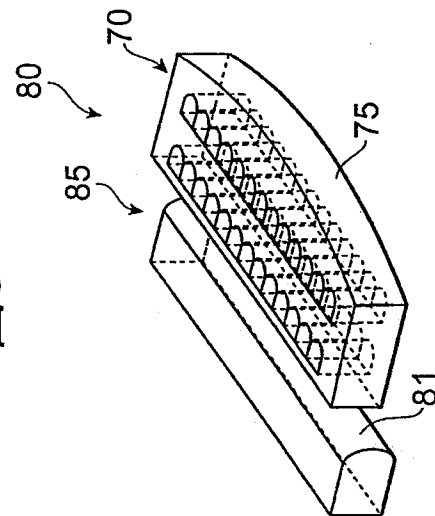


図8E

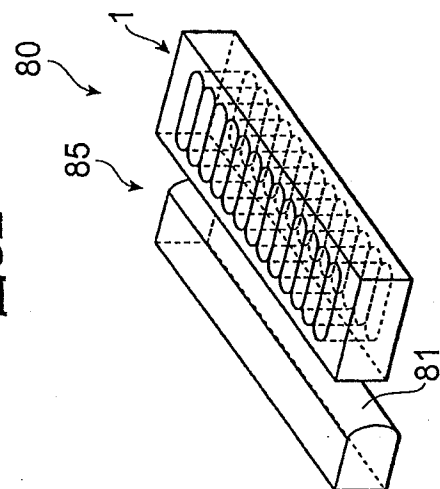


図8F

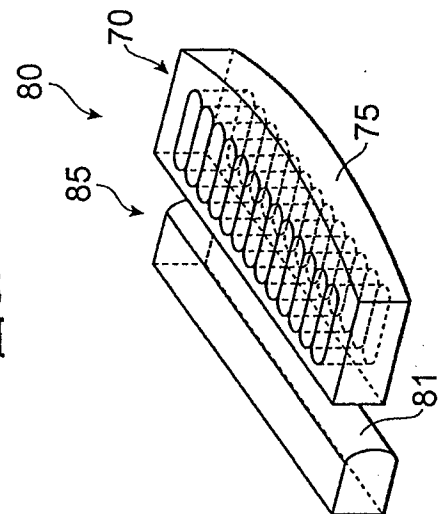


図9

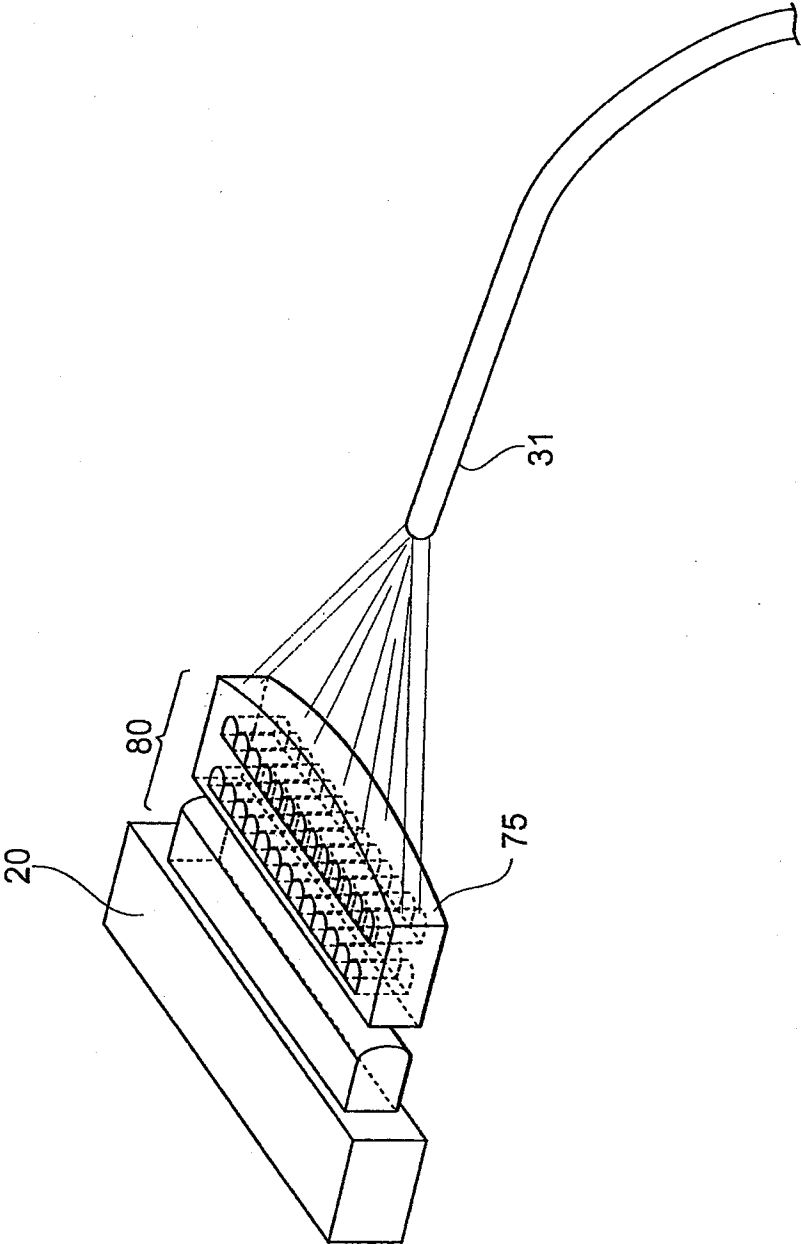


FIG. 10A

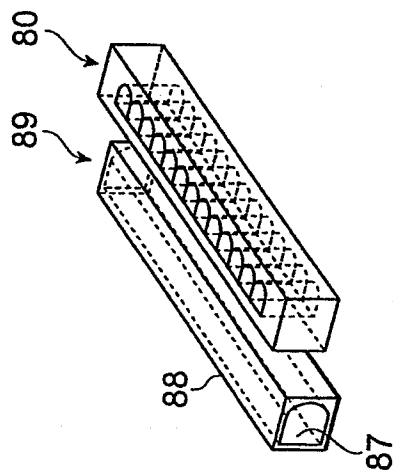


FIG. 10B

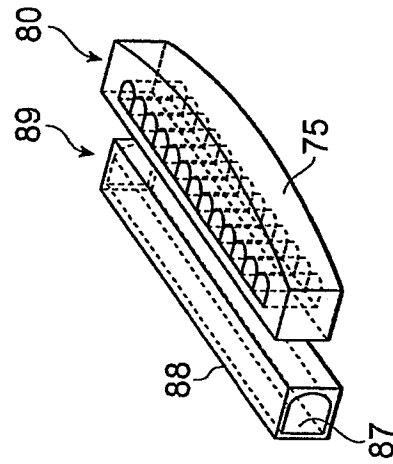


FIG. 10C

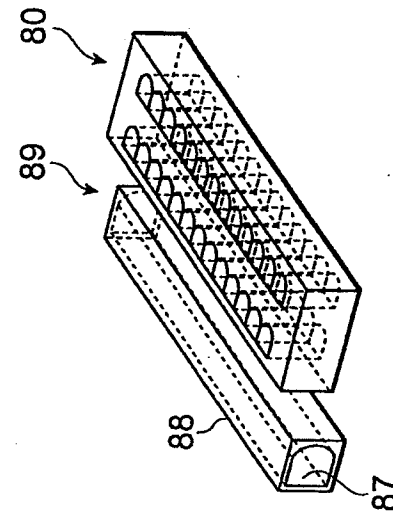


FIG. 10D

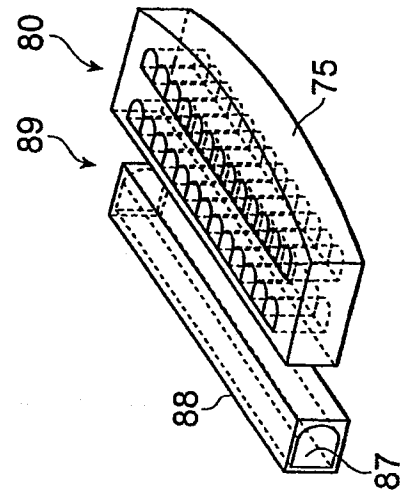


FIG. 10E

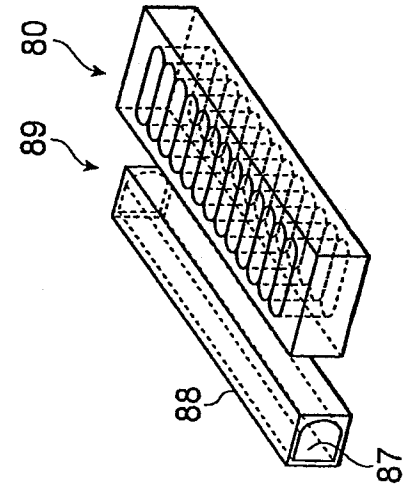


FIG. 10F

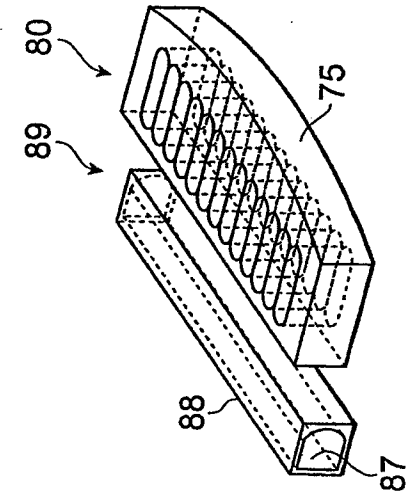


図11A

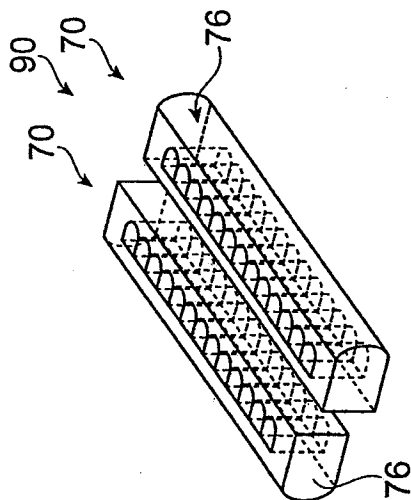


図11B

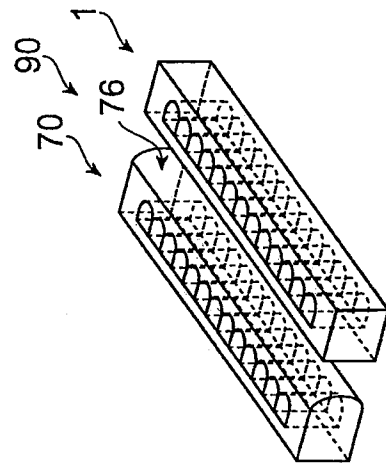


図11C

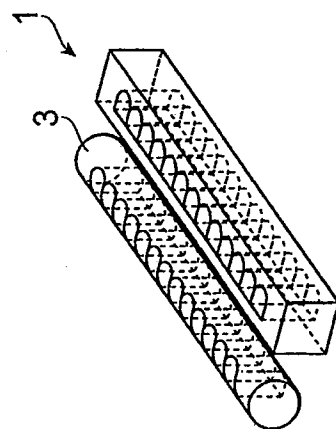


図11D

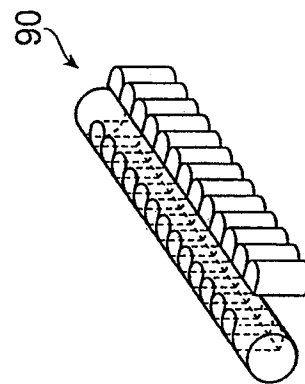


図11E

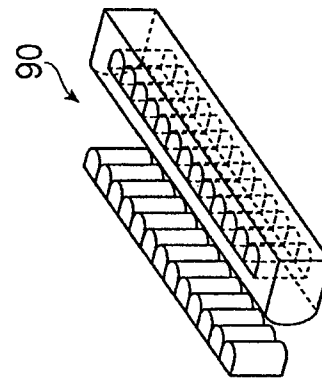


FIG. 12B

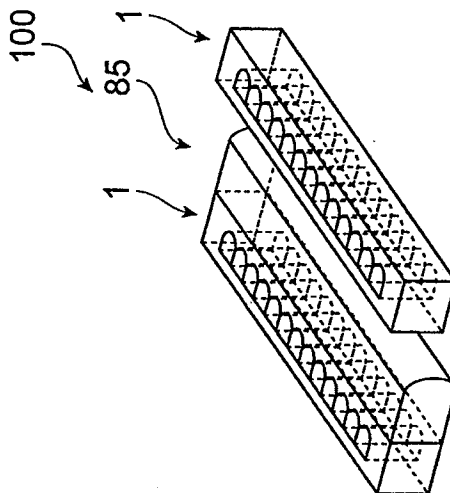


FIG. 12A

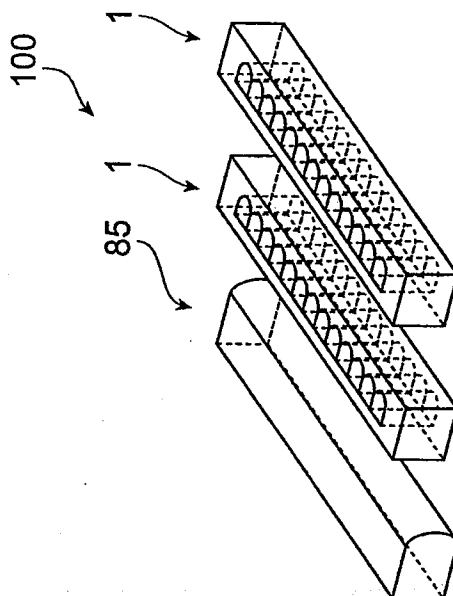


図13A

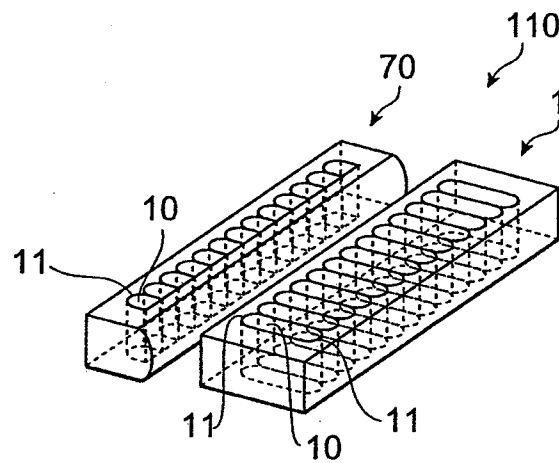


図13B

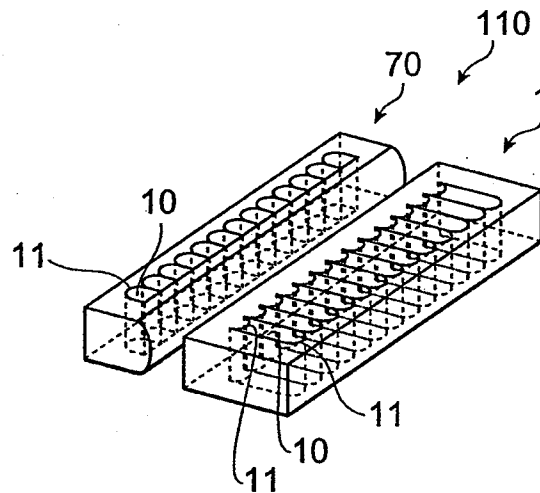


図14A

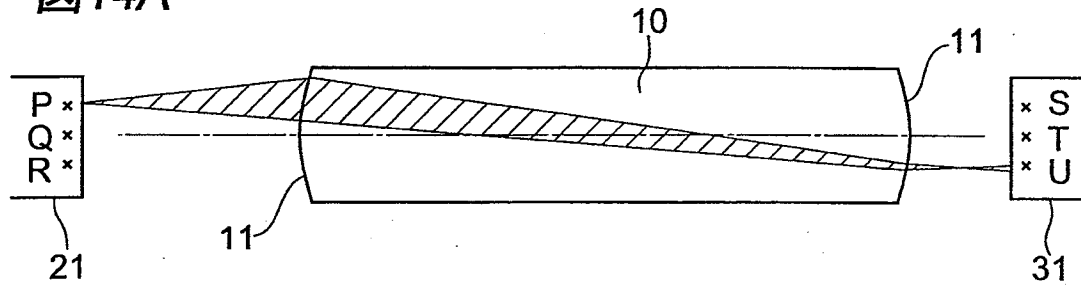


図14B

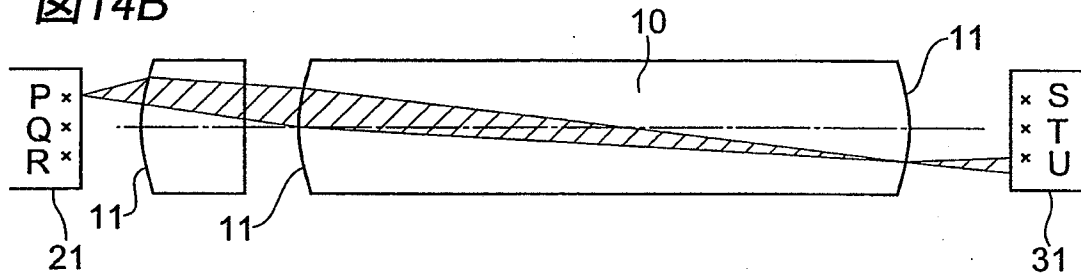


図14C

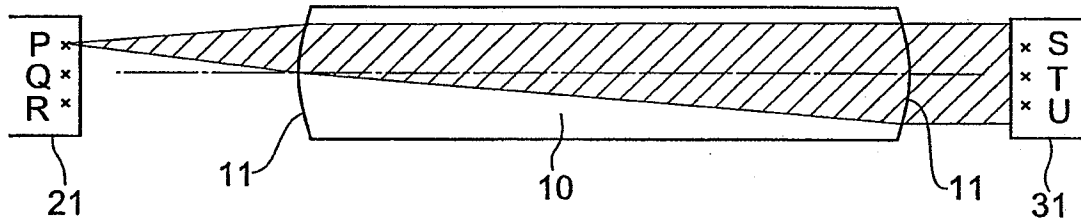
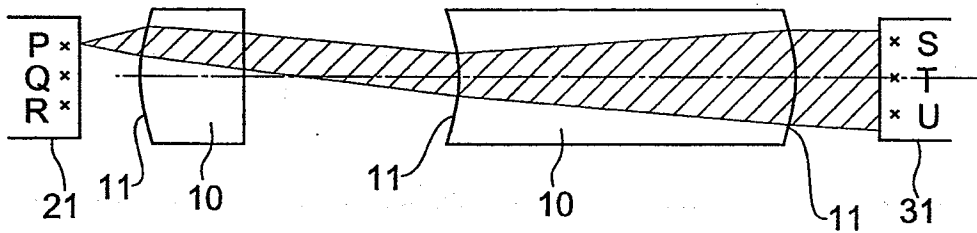


図14D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 58-168026, A (Agency of Industrial Science and Technology), 04 October, 1983 (04.10.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
Y	JP, 57-181516, A (Agency of Industrial Science and Technology), 09 November, 1982 (09.11.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
Y	US, 5004328, A (Canon Kabushiki Kaisha), 02 April, 1991 (02.04.91), Full text; all drawings & JP, 63-96618, A Full text; all drawings & JP, 63-81413, A Full text; all drawings	1-16
Y	JP, 9-96760, A (Mitsui Petrochemical Ind. Ltd.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06 February, 2001 (06.02.01)

Date of mailing of the international search report
13 February, 2001 (13.02.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07953

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 4-284401, A (Fujitsu Limited), 09 October, 1992 (09.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/07953

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 58-168026, A (工業技術院長) 4. 10月. 1983 (04. 10. 83) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP, 57-181516, A (工業技術院長) 9. 11月. 1982 (09. 11. 82) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 02. 01

国際調査報告の発送日

13.02.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明 印

2V

9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 5 0 0 4 3 2 8, A (Canon Kabushiki Kaisha) 2. 4月. 1991 (02. 04. 91) 全文、全図 & JP, 6 3 - 9 6 6 1 8, A, 全文、全図 & JP, 6 3 - 8 1 4 1 3, A, 全文、全図	1-16
Y	JP, 9 - 9 6 7 6 0, A (三井石油化学工業株式会社) 8. 4月. 1997 (08. 04. 97) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP, 4 - 2 8 4 4 0 1, A (富士通株式会社) 9. 10月. 1992 (09. 10. 92) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16